Introduction :

Le viscosimètre a chute de bille est un appareil qui permet de calculer la viscosité d'un fluide par don principe spécial qui consiste a lâcher une bille dans le fluide et on fait les calcules qui en suivent jusqu'a aboutir a la viscose des fluides demande

But du TP :

Le de ce TP est déterminer le temps de chute de la bille qui nous permettra de exprimer la vitesse moyen de la bille qui différent selon le fluide et de la bille lancer, ensuite on se dynamique puis on calcul le nombre de Reynolds avant de s'empreindre a la force de trainée **Cx** en fonction du nombre de Reynold.

Théorise a utiliser et quelques définitions :

a) Utiles définition :

- Force de trainée :

C'est la force qui s'oppose ou mouvement d'un Corps dans un liquide ou gaz. Mathématiquement c'est la composant des efforts exerces sur le corps dans la direction opposée a la vitesse relative du corps par rapport au fluide

- Coefficient de trainée

Un mobile se déplaçant dans un fluide se sont subit de la part de ce fluide une distribution de pression dont la résultante s'oppose a sa marche la composante de cette résultante selon la direction du mobile est appelée trainée. L'intensité de cette force est exprimée en fonction de la vitesse, du fluide dans lequel in l'interagit. le coefficient de trainée **Cx** et un nombre sons dimension caractéristique de la forme du mobile uniquement

- Nombre de Reynolds :

C'est un nombre sons dimension utilisé en mécanique des fluide il est lie aux écoulement il représente le rapport du transfert par conviction par le transfert par diffusion de la quantité de mouvement

b) Formule :

- Vitesse moyen mV =x/t=0.80/t
- T : temps de chute

Vitesse moyen corrige : v =(1+2.105D/Dt+1.95D/Ht)Vm

D : diamètre de bille

Dt : diamètres de tubes = 0.094 m

Ht : hauteur de chute = 1.30 m

Loi de stockes :

$$\vartheta = \frac{g.D^2(\rho b \quad \rho L)}{18V\rho L}$$

Loi d'oseen :

$$\vartheta = \frac{g.D^{2(\rho b - \rho b)}}{18V\rho L} \quad \frac{3}{16}DV$$

Loi de Klitchka :

$$\vartheta = \frac{g.D^2(\rho b \quad \rho L)}{18V\rho L} \quad \left(\frac{1}{1+\frac{1}{6}VD}\right)$$

Coefficient de trainée

Cx = 24/Re pour Re < 0.2

Cx = 24/Re(1+3/16.Re) pour 0.2< Re < 5

Cx = 24/Re(1+Re.2/3.6) pour 5< Re < 850

Nombre de Reynolds

$$Re = \frac{VD}{\vartheta}$$

V : vitesse corrige de la bille

D : diamètre de la bille

ϑ : viscosite du liquide

Description de l'appareil et manipulation :

L'appareil est compose d'un support verticale qui supporte trois tubes contenants chacun un liquide différent les un de s autre dont nous sommes sensé calculer leur viscosité a l'extrémité de chaque tube est ce …… un système de relâchement de bille qui permet de lâcher la bille avec précision on observe a travers les tubes des ….qui délimite la distance a chronomètre la manipulation est donc de lâcher la bille grâce au système puis âpres le premier oxe de délimitation on commence a chronométrer a l'aide d'un chronomètre, on arrête le chronomètre quand la bille passe l'autre axe de d'élimination

Réponse aux questions :

A tableau des trois fluides, qui se font traverser par différentes billes en un temps t :

matière	Diamètre Φ mm	Temps (s) eau	Temps (s) tesla	Temps (s) tarada
Inox	7	0.54	0.87	1.87
	6	0.50	0.96	2.43
dural	6	1.75	2.77	7.28
	5	1.45	3.59	9.93
polyamide	7	2.72	6.88	21.63
	5	3.15	9.76	36.06
Poste forme	7	2.71	6.90	21.45
	6	2.88	8.07	26.26

b/ calcul des vitesses moyennes dans un tableau

$$Vm = \frac{\mathbf{x}}{\mathbf{t}} = \frac{\mathbf{0.80}}{\mathbf{t}}$$

matière	Diamètre Φ mm	Vitesse moyen (m/s)		
		eau	tesla	tarada
Inox	7	1.48	0.92	0.42
	6	1.6	0.83	0.33
dural	6	0.45	0.28	0.11
	5	0.55	0.22	0.08
polyamide	7	0.30	0.11	0.03
	5	0.25	0.08	0.02
Poste forme	7	0.29	0.11	0.03
	6	0.27	0.09	0.03

Correction de la vitesse dans un tableau

D : diamètre de la bille (m)

$$\mathbf{V} = \left[\mathbf{1} + \left(\frac{\mathbf{2.105}\boldsymbol{d}}{\mathbf{0.09}}\right) + \left(\frac{\mathbf{1.95}}{\mathbf{1.3}} \quad \boldsymbol{D}\right)\right]\boldsymbol{Vm}$$

matière	Diamètre Φ mm	Vitesse corrigé (m/s)		
		eau	tesla	tarada
Inox	7	1.71	1.062	0.48
	6	1.82	0.94	0.37
dural	6	0.51	0.32	0.12
	5	0.61	0.24	0.09
polyamide	7	0.35	0.12	0.03
	5	0.28	0.09	0.02
Poste forme	7	0.33	0.12	0.03
	6	0.30	0.10	0.03

4) calcule de viscosité

Délimitons les choix de loi dans un tableau sachant que :

g = 9.81

D = 0.094 m

ρ inox = 7.83 g/cm3

ρ sural = 2.7 g/cm3

ρ polyamide = 1.13 g/cm3

ρ poste forme = 1.48 g/cm3

ρ tesla = 0.823 g/cm3

ρ tarada = 0.856 g/cm3

ρeau = 1 g/cm3

matière		Vitesse limité		
		Eau (m/s)	Tesla (m/s)	Tarada (m/s)
Inox	LS	V<0.28	V<0.29	V<0.228
	LO	0.28< V < 0.95	0.29< V < 1.06	0.228< V < 1.08
	LK	0.95 < V	1.06 < V	1.08 < V
dural	LS	V<0.13	V<0.15	V<0.14
	LO	0.13< V < 0.47	0.15< V < 0.54	0.14< V < 0.53
	LK	0.47 < V	0.54 < V	0.53 < V
polymide	LS	V<0.036	V<0.060	V<0.057
	LO	0.036< V < 0.13	0.060< V < 0.22	0.057< V < 0.20
	LK	0.13 < V	0.22 < V	0.20 < V
Poste forme	LS	V<0.070	V<0.020	V<0.086
	LO	0.070< V < 0.25	0. 020< V < 0.32	0.086< V < 0.31
	LK	V<0.25	V<0.32	V<0.31

C'est calcule on été basé sure les formule suivante :

Loi de stocke $$V = \sqrt{\frac{\mathbf{gd(\rho b - \rho L)}}{\mathbf{g\rho L}}}$$

Loi den Klitchka $$V = \sqrt{\frac{490d(\rho b - \rho L)}{279\rho L}}$$

$$\sqrt{\frac{gd(\rho b \quad \rho L)}{g\rho L}} < V <= \sqrt{\frac{490d(\rho b \quad \rho L)}{279\rho L}}$$

Pour la loi d'oseen

NB :

LS ⟶ loi de stokes

LO ⟶ loi d'ossem

LK ⟶ loi de Klitchka

G = pesanteur

D = diamètre du tube

ρl = masse volumique

Tableau des calculs de viscosité cinématique et dynamique :

matière	Diamètre Φ mm	viscosité					
		eau		tesla		tarada	
		cinema	dyna	cinema	dyna	cinema	dyna
Inox	7	0.018	0.018	0.032	0.026	0.073	0.062
	6	0.017	0.017	0.027	0.022	0.099	0.084
dural	6	0.16	0.16	0.028	0.023	0.086	0.073
	5	0.013	0.013	0.023	0.018	0. 11	0. 09
polyamide	7	0.0017	0.0017	0.025	0.020	0.059	0.050
	5	0.0019	0.0019	0.03	0.024	0.077	0.065
Poste forme	7	0.007	0.007	0.029	0.023	0.117	0.100
	6	0.007	0.007	0.036	0.029	0.117	0.100

Calculs du nombre Reynolds :

$$Re = \frac{VD}{\vartheta}$$

V : vitesse corrigé

D : diamètre de bille

ϑ **:** viscosité cinématique

matière	Diamètre Φ mm	nombre Reynolds		
		eau	tesla	tarada
Inox	7	0.66	0.23	0.0460
	6	0.61	0.21	0.022
dural	6	0.19	0.071	0.008
	5	0.23	0.052	0.004
polymide	7	1.44	0.033	0.003
	5	0.73	0.015	0.001
Poste forme	7	0.33	0.028	0.001
	6	0.3	0.016	0.001

6/ calcul de la force de trainée Cx selon Cx pour formule :

$\mathbf{Cx} = \frac{24}{Re}$ pour Re < 0.2

$\mathbf{Cx} = \frac{24}{\mathrm{Re}}\left(1 + \frac{3}{16}\ \mathrm{Re}\right)$ pour 0.2< Re < 5

$\mathrm{Cx} = \frac{24}{\mathrm{Re}}\left(1+ \mathrm{Re}^{*}\ \frac{2}{3}/6\right)$ pour 5< Re < 850

matière	Diamètre Φ mm	Force de trainée Cx		
		eau	tesla	tarada
Inox	7	40.86	108.84	521.7
	6	40.45	115.32	1090
dural	6	126.31	338.02	3000
	5	105.39	461.5	6000
polymide	7	18.8	727.27	8000
	5	34.5	1600	24000
Poste forme	7	75.2	857.14	24000
	6	75.01	1500	24000

Conclusion :

On peut dire que a quelque défaut prées le viscosité sont constantes dans un même liquide si on varie les billes alors que c'est contraire pour la force de trainée qui varie en fonction du ρ de la bille et de son diamètre